

Документ подписан простыми электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сенченко Павел Васильевич  
Должность: Проректор по учебной работе  
Дата подписания: 28.09.2023 08:17:05  
Уникальный программный ключ:  
27e516f4c088deb62ba68945f4406e13fd454355

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
Документ подписан электронной подписью  
Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c  
Владелец: Сенченко Павел Васильевич  
Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ДИНАМИЧЕСКАЯ ГОЛОГРАФИЯ**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**  
Направление подготовки / специальность: **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика**  
Направленность (профиль) / специализация: **Фотоника волноводных, нелинейных и периодических структур**  
Форма обучения: **очная**  
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**  
Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**  
Курс: **1**  
Семестр: **2**  
Учебный план набора 2021 года

**Объем дисциплины и виды учебной деятельности**

| Виды учебной деятельности              | 2 семестр | Всего | Единицы |
|----------------------------------------|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия                     | 18        | 18    | часов   |
| Практические занятия                   | 26        | 26    | часов   |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 10        | 10    | часов   |
| Лабораторные занятия                   | 8         | 8     | часов   |
| Самостоятельная работа                 | 56        | 56    | часов   |
| Подготовка и сдача экзамена            | 36        | 36    | часов   |
| Общая трудоемкость                     | 144       | 144   | часов   |
| (включая промежуточную аттестацию)     | 4         | 4     | з.е.    |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Экзамен                        | 2       |

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Научить студентов проектировать оптические схемы для записи голограмм различных типов, уметь выбирать регистрирующую среду и механизм голографической записи для предлагаемого голографического устройства.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение основ применения голографических методов.
2. Изучение основных характеристик голограмм.
3. Изучение техники применяемой в голографическом эксперименте.
4. Изучение условий голографической записи в электрооптических кристаллах.
5. Изучение современных голографических приборов, основанных на электрооптических кристаллах.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.01.01.01.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция                             | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Универсальные компетенции</b>        |                                   |                                               |
| -                                       | -                                 | -                                             |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |                                   |                                               |
| -                                       | -                                 | -                                             |
| <b>Профессиональные компетенции</b>     |                                   |                                               |

|                                                                                                                                                        |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКР-3. Способен разрабатывать фотонное устройство на основе элементной базы, выбирать необходимое оборудование и способ контроля параметров устройства | ПКР-3.1. Формирует задачи для выявления принципов и путей создания новых оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. | Уметь формировать задачи для выявления принципов создания новых приборов динамической голографии.                                                               |
|                                                                                                                                                        | ПКР-3.2. Умеет проводить подбор оборудования и комплектующих, необходимых для проведения исследований.                          | Уметь проводить подбор оборудования и комплектующих, необходимых для построения голографических схем и проведения исследований методами динамической голографии |
|                                                                                                                                                        | ПКР-3.3. Разрабатывает методики исследований.                                                                                   | Разрабатывать методики проведения экспериментальных исследований регистрирующих сред, используемых в динамической голографии                                    |
|                                                                                                                                                        | ПКР-3.4. Проводит исследования.                                                                                                 | Владеть методами проведения исследований в области динамической голографии                                                                                      |
|                                                                                                                                                        | ПКР-3.5. Умеет осуществлять обработку и анализ результата исследований.                                                         | Уметь осуществлять обработку и анализ результата проведенных исследований.                                                                                      |
|                                                                                                                                                        | ПКР-3.6. Умеет составлять отчет о проведенных исследованиях.                                                                    | Уметь составлять отчет о проведенных исследованиях                                                                                                              |

|                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКС-1. Способен к организации и проведению научных экспериментов с применением устройств и систем фотоники | ПКС-1.1. Знает математический аппарат фотоники, для анализа, описания и проектирования устройств и систем фотоники различного назначения                                                                                                                                                                                                                      | Знать математический аппарат для анализа, описания и проектирования устройств динамической голографии                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                            | ПКС-1.2. Умеет применять навыки численного анализа, компьютерного моделирования и проектирования, а также основные принципы теории информационных сигналов и архитектуры вычислительных систем, для научно-исследовательской деятельности, разработки и проектирования устройств и систем фотоники на основе волноводных, нелинейных и периодических структур | Уметь применять численный анализ, компьютерное моделирование и проектирование, основные принципы теории информационных сигналов, для научно-исследовательской деятельности, разработки и проектирования устройств динамической голографии на основе фоторефрактивных кристаллов. |
|                                                                                                            | ПКС-1.3. Владеет готовностью пользоваться математическим аппаратом в области теории информации и кодирования, использовать основные положения теории информации применительно к прикладным задачам передачи, преобразования и приема информации                                                                                                               | Владеть математическим аппаратом в области теории информации, использовать основные положения теории информации применительно к прикладным задачам передачи, преобразования и приема информации в голографических схемах                                                         |

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности                                                                                             | Всего часов | Семестры  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|
|                                                                                                                       |             | 2 семестр |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>                                               | 52          | 52        |
| Лекционные занятия                                                                                                    | 18          | 18        |
| Практические занятия                                                                                                  | 26          | 26        |
| Лабораторные занятия                                                                                                  | 8           | 8         |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 56          | 56        |
| Выполнение индивидуального задания                                                                                    | 14          | 14        |

|                                                    |     |     |
|----------------------------------------------------|-----|-----|
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 6   | 6   |
| Написание отчета по лабораторной работе            | 8   | 8   |
| Выполнение практического задания                   | 14  | 14  |
| Подготовка к тестированию                          | 14  | 14  |
| <b>Подготовка и сдача экзамена</b>                 | 36  | 36  |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>                | 144 | 144 |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>                 | 4   | 4   |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины                                                            | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|-----------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>2 семестр</b>                                                                              |              |               |           |              |                            |                         |
| 1 Регистрирующие среды для голографической записи                                             | 2            | 4             | 4         | 14           | 24                         | ПКР-3, ПКС-1            |
| 2 Перераспределение зарядов в электрооптических кристаллах                                    | 4            | 4             | 4         | 12           | 24                         | ПКР-3, ПКС-1            |
| 3 Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы                                    | 2            | 4             | -         | 6            | 12                         | ПКР-3, ПКС-1            |
| 4 Стационарные условия голографической записи                                                 | 4            | 4             | -         | 6            | 14                         | ПКР-3, ПКС-1            |
| 5 Нестационарные условия голографической записи                                               | 2            | 4             | -         | 6            | 12                         | ПКР-3, ПКС-1            |
| 6 Сравнение механизмов голографической записи для различных типов фоторефрактивных кристаллов | 2            | 2             | -         | 6            | 10                         | ПКР-3, ПКС-1            |
| 7 Энергообмен и усиление при взаимодействии волн на фоторефрактивных голограммах              | 2            | 4             | -         | 6            | 12                         | ПКР-3, ПКС-1            |
| Итого за семестр                                                                              | 18           | 26            | 8         | 56           | 108                        |                         |
| Итого                                                                                         | 18           | 26            | 8         | 56           | 108                        |                         |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины                | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)                    | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| <b>2 семестр</b>                                  |                                                                             |                                      |                         |
| 1 Регистрирующие среды для голографической записи | Основы фоторефрактивного эффекта. Зонная модель фоторефрактивного кристалла | 2                                    | ПКР-3, ПКС-1            |
|                                                   | Итого                                                                       | 2                                    |                         |

|                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                     |    |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------|
| 2 Перераспределение зарядов в электрооптических кристаллах                                    | Диффузия и дрейф электронов во внешнем постоянном поле.<br>Формирование поля пространственного заряда.<br>Насыщение поля пространственного заряда                                                                                                   | 4  | ПКР-3, ПКС-1 |
|                                                                                               | Итого                                                                                                                                                                                                                                               | 4  |              |
| 3 Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы                                    | Уравнение для поля пространственного заряда в приближении малого контраста интерференционной картины                                                                                                                                                | 2  | ПКР-3        |
|                                                                                               | Итого                                                                                                                                                                                                                                               | 2  |              |
| 4 Стационарные условия голографической записи                                                 | Диффузионный и дрейфовый механизм записи во внешнем постоянном поле.<br>Фотовольтаический механизм записи. Амплитуда голограммы при стационарных механизмах записи                                                                                  | 4  | ПКР-3, ПКС-1 |
|                                                                                               | Итого                                                                                                                                                                                                                                               | 4  |              |
| 5 Нестационарные условия голографической записи                                               | Бегущая интерференционная картина или переменное электрическое поле, приложенное к кристаллу. Амплитуда голограммы при нестационарных механизмах записи. Голографическая запись при синусоидальном и знакопеременном поле, приложенном к кристаллу. | 2  | ПКР-3, ПКС-1 |
|                                                                                               | Итого                                                                                                                                                                                                                                               | 2  |              |
| 6 Сравнение механизмов голографической записи для различных типов фоторефрактивных кристаллов | Сравнение механизмов голографической записи для различных типов фоторефрактивных кристаллов                                                                                                                                                         | 2  | ПКР-3, ПКС-1 |
|                                                                                               | Итого                                                                                                                                                                                                                                               | 2  |              |
| 7 Энергообмен и усиление при взаимодействии волн на фоторефрактивных голограммах              | Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах.<br>Уравнения связанных волн.<br>Самодифракция световых волн на фоторефрактивной решетке при чисто нелокальном отклике.<br>Приближение неистощаемой накачки.                            | 2  | ПКР-3, ПКС-1 |
|                                                                                               | Итого                                                                                                                                                                                                                                               | 2  |              |
| Итого за семестр                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                     | 18 |              |
| Итого                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                     | 18 |              |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
|------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------|-------------------------|

| <b>2 семестр</b>                                                                              |                                                                                                      |    |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------|
| 1 Регистрирующие среды для голографической записи                                             | Зонная модель фоторефрактивного кристалла                                                            | 4  | ПКР-3, ПКС-1 |
|                                                                                               | Итого                                                                                                | 4  |              |
| 2 Перераспределение зарядов в электрооптических кристаллах                                    | Формирование поля пространственного заряда. Насыщение поля пространственного заряда.                 | 4  | ПКР-3, ПКС-1 |
|                                                                                               | Итого                                                                                                | 4  |              |
| 3 Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы                                    | Уравнение для поля пространственного заряда в приближении малого контраста интерференционной картины | 4  | ПКР-3, ПКС-1 |
|                                                                                               | Итого                                                                                                | 4  |              |
| 4 Стационарные условия голографической записи                                                 | Амплитуда голограммы при стационарных механизмах записи                                              | 4  | ПКР-3, ПКС-1 |
|                                                                                               | Итого                                                                                                | 4  |              |
| 5 Нестационарные условия голографической записи                                               | Переменное электрическое поле, приложенное к кристаллу                                               | 4  | ПКР-3, ПКС-1 |
|                                                                                               | Итого                                                                                                | 4  |              |
| 6 Сравнение механизмов голографической записи для различных типов фоторефрактивных кристаллов | Диффузионный и дрейфовый механизм записи динамических голограмм                                      | 2  | ПКР-3, ПКС-1 |
|                                                                                               | Итого                                                                                                | 2  |              |
| 7 Энергообмен и усиление при взаимодействии волн на фоторефрактивных голограммах              | Уравнения связанных волн                                                                             | 4  | ПКР-3, ПКС-1 |
|                                                                                               | Итого                                                                                                | 4  |              |
| Итого за семестр                                                                              |                                                                                                      | 26 |              |
| Итого                                                                                         |                                                                                                      | 26 |              |

#### **5.4. Лабораторные занятия**

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины                | Наименование лабораторных работ                                                      | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>2 семестр</b>                                  |                                                                                      |                 |                         |
| 1 Регистрирующие среды для голографической записи | Исследование эффекта фазовой демодуляции в адаптивном голографическом интерферометре | 4               | ПКР-3, ПКС-1            |
|                                                   | Итого                                                                                | 4               |                         |

|                                                            |                                                                                                                      |   |              |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------|
| 2 Перераспределение зарядов в электрооптических кристаллах | Исследование динамики двухпучкового взаимодействия на динамических отражательных голограммах в кристаллах силленитов | 4 | ПКР-3, ПКС-1 |
|                                                            | Итого                                                                                                                | 4 |              |
| Итого за семестр                                           |                                                                                                                      | 8 |              |
| Итого                                                      |                                                                                                                      | 8 |              |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины                         | Виды самостоятельной работы                        | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля               |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|------------------------------|
| <b>2 семестр</b>                                           |                                                    |                 |                         |                              |
| 1 Регистрирующие среды для голографической записи          | Выполнение индивидуального задания                 | 2               | ПКР-3, ПКС-1            | Индивидуальное задание       |
|                                                            | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4               | ПКР-3, ПКС-1            | Лабораторная работа          |
|                                                            | Написание отчета по лабораторной работе            | 4               | ПКР-3, ПКС-1            | Отчет по лабораторной работе |
|                                                            | Выполнение практического задания                   | 2               | ПКР-3, ПКС-1            | Практическое задание         |
|                                                            | Подготовка к тестированию                          | 2               | ПКР-3, ПКС-1            | Тестирование                 |
|                                                            | Итого                                              | 14              |                         |                              |
| 2 Перераспределение зарядов в электрооптических кристаллах | Выполнение индивидуального задания                 | 2               | ПКР-3, ПКС-1            | Индивидуальное задание       |
|                                                            | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2               | ПКР-3, ПКС-1            | Лабораторная работа          |
|                                                            | Написание отчета по лабораторной работе            | 4               | ПКР-3, ПКС-1            | Отчет по лабораторной работе |
|                                                            | Выполнение практического задания                   | 2               | ПКР-3, ПКС-1            | Практическое задание         |
|                                                            | Подготовка к тестированию                          | 2               | ПКР-3, ПКС-1            | Тестирование                 |
|                                                            | Итого                                              | 12              |                         |                              |



|                                                                                               |                                    |    |              |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----|--------------|------------------------|
| 3 Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы                                    | Выполнение индивидуального задания | 2  | ПКР-3        | Индивидуальное задание |
|                                                                                               | Выполнение практического задания   | 2  | ПКР-3        | Практическое задание   |
|                                                                                               | Подготовка к тестированию          | 2  | ПКР-3        | Тестирование           |
|                                                                                               | Итого                              | 6  |              |                        |
| 4 Стационарные условия голографической записи                                                 | Выполнение индивидуального задания | 2  | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание |
|                                                                                               | Выполнение практического задания   | 2  | ПКР-3, ПКС-1 | Практическое задание   |
|                                                                                               | Подготовка к тестированию          | 2  | ПКР-3, ПКС-1 | Тестирование           |
|                                                                                               | Итого                              | 6  |              |                        |
| 5 Нестационарные условия голографической записи                                               | Выполнение индивидуального задания | 2  | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание |
|                                                                                               | Выполнение практического задания   | 2  | ПКР-3, ПКС-1 | Практическое задание   |
|                                                                                               | Подготовка к тестированию          | 2  | ПКР-3, ПКС-1 | Тестирование           |
|                                                                                               | Итого                              | 6  |              |                        |
| 6 Сравнение механизмов голографической записи для различных типов фоторефрактивных кристаллов | Выполнение индивидуального задания | 2  | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание |
|                                                                                               | Выполнение практического задания   | 2  | ПКР-3, ПКС-1 | Практическое задание   |
|                                                                                               | Подготовка к тестированию          | 2  | ПКР-3, ПКС-1 | Тестирование           |
|                                                                                               | Итого                              | 6  |              |                        |
| 7 Энергообмен и усиление при взаимодействии волн на фоторефрактивных голограммах              | Выполнение индивидуального задания | 2  | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание |
|                                                                                               | Выполнение практического задания   | 2  | ПКР-3, ПКС-1 | Практическое задание   |
|                                                                                               | Подготовка к тестированию          | 2  | ПКР-3, ПКС-1 | Тестирование           |
|                                                                                               | Итого                              | 6  |              |                        |
| Итого за семестр                                                                              |                                    | 56 |              |                        |
|                                                                                               | Подготовка и сдача экзамена        | 36 |              | Экзамен                |
| Итого                                                                                         |                                    | 92 |              |                        |

## 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности |            |           |           | Формы контроля                                                                                                         |
|-------------------------|---------------------------|------------|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | Лек. зан.                 | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. |                                                                                                                        |
| ПКР-3                   | +                         | +          | +         | +         | Индивидуальное задание, Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Экзамен, Отчет по лабораторной работе |
| ПКС-1                   | +                         | +          | +         | +         | Индивидуальное задание, Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Экзамен, Отчет по лабораторной работе |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля               | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------|
| <b>2 семестр</b>             |                                                |                                             |                                                           |                  |
| Индивидуальное задание       | 5                                              | 5                                           | 5                                                         | 15               |
| Лабораторная работа          | 5                                              | 5                                           | 10                                                        | 20               |
| Практическое задание         | 5                                              | 5                                           | 5                                                         | 15               |
| Тестирование                 | 1                                              | 2                                           | 2                                                         | 5                |
| Отчет по лабораторной работе | 5                                              | 5                                           | 5                                                         | 15               |
| Экзамен                      |                                                |                                             |                                                           | 30               |
| Итого максимум за период     | 21                                             | 22                                          | 27                                                        | 100              |
| Нарастающим итогом           | 21                                             | 43                                          | 70                                                        | 100              |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля                       | Оценка |
|-------------------------------------------------------|--------|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК         | 5      |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4      |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3      |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК         | 2      |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка                               | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS)           |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------|
| 5 (отлично) (зачтено)                | 90 – 100                                                 | A (отлично)             |
| 4 (хорошо) (зачтено)                 | 85 – 89                                                  | B (очень хорошо)        |
|                                      | 75 – 84                                                  | C (хорошо)              |
|                                      | 70 – 74                                                  | D (удовлетворительно)   |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)      | 65 – 69                                                  | E (посредственно)       |
|                                      | 60 – 64                                                  |                         |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов                                           | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Киселев, Г. Л. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Г. Л. Киселев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1114-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/627>.

2. Бутиков, Е. И. Оптика : учебное пособие / Е. И. Бутиков. — 3-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1190-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2764>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Шандаров С.М. Буримов Н.И. Фоторефрактивная и нелинейная оптика: учебное методическое пособие. Томск.: ТУСУР, 2007. – 39 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 75 экз.).

2. Гейко П. П. Прикладная нелинейная оптика: учебное пособие. Томск: ТУСУР, 2007. – 109 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 82 экз.).

3. Гейко П. П. Взаимодействие оптического излучения с веществом: учебное пособие. Т: ТУСУР, 2007. – 151 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 88 экз.).

4. Актуальные проблемы науки и индустрии фотоники и оптоинформатики: Сборник статей / В. М. Шандаров, С. М. Шандаров, В. В. Шепелевич - 2013. 275 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3012>.

5. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах : Учебное пособие / В. М. Шандаров, А. Е. Мандель, С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2012. 244 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1553>.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Методы динамической голографии: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / С. С. Шмаков, С. М. Шандаров - 2012. 37 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1110>.

2. Динамическая голография: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе для студентов направления 12.04.03 (200700.68) «Фотоника и оптоинформатика» / С. С. Шмаков, С. М. Шандаров - 2015. 40 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5946>.

3. Исследование эффекта фазовой демодуляции в адаптивном голографическом интерферометре: Методические указания к лабораторной работе для магистров по направлению 12.04.03 «Фотоника и оптоинформатика» / С. С. Шмаков, С. М. Шандаров - 2015. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5962>.

4. Исследование динамики двухпучкового взаимодействия на динамических отражательных голограммах в кристаллах силленитов: Методические указания к лабораторной работе для магистров по направлению 12.04.03 «Фотоника и оптоинформатика» / С. С. Шмаков, С. М. Шандаров - 2015. 22 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5961>.

### **7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

## **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### **8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

### **8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

#### **8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

#### **8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного

просмотра.

При занятиях с обучающимися с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины                         | Формируемые компетенции | Формы контроля               | Оценочные материалы (ОМ)                            |
|------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1 Регистрирующие среды для голографической записи          | ПКР-3, ПКС-1            | Индивидуальное задание       | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
|                                                            |                         | Лабораторная работа          | Темы лабораторных работ                             |
|                                                            |                         | Практическое задание         | Темы практических заданий                           |
|                                                            |                         | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий                 |
|                                                            |                         | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов                   |
|                                                            |                         | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ                             |
| 2 Перераспределение зарядов в электрооптических кристаллах | ПКР-3, ПКС-1            | Индивидуальное задание       | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
|                                                            |                         | Лабораторная работа          | Темы лабораторных работ                             |
|                                                            |                         | Практическое задание         | Темы практических заданий                           |
|                                                            |                         | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий                 |
|                                                            |                         | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов                   |
|                                                            |                         | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ                             |

|                                                                                               |              |                        |                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------|-----------------------------------------------------|
| 3 Система уравнений, описывающих процесс записи голограммы                                    | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
|                                                                                               |              | Практическое задание   | Темы практических заданий                           |
|                                                                                               |              | Тестирование           | Примерный перечень тестовых заданий                 |
|                                                                                               |              | Экзамен                | Перечень экзаменационных вопросов                   |
| 4 Стационарные условия голографической записи                                                 | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
|                                                                                               |              | Практическое задание   | Темы практических заданий                           |
|                                                                                               |              | Тестирование           | Примерный перечень тестовых заданий                 |
|                                                                                               |              | Экзамен                | Перечень экзаменационных вопросов                   |
| 5 Нестационарные условия голографической записи                                               | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
|                                                                                               |              | Практическое задание   | Темы практических заданий                           |
|                                                                                               |              | Тестирование           | Примерный перечень тестовых заданий                 |
|                                                                                               |              | Экзамен                | Перечень экзаменационных вопросов                   |
| 6 Сравнение механизмов голографической записи для различных типов фоторефрактивных кристаллов | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
|                                                                                               |              | Практическое задание   | Темы практических заданий                           |
|                                                                                               |              | Тестирование           | Примерный перечень тестовых заданий                 |
|                                                                                               |              | Экзамен                | Перечень экзаменационных вопросов                   |
| 7 Энергообмен и усиление при взаимодействии волн на фоторефрактивных голограммах              | ПКР-3, ПКС-1 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
|                                                                                               |              | Практическое задание   | Темы практических заданий                           |
|                                                                                               |              | Тестирование           | Примерный перечень тестовых заданий                 |
|                                                                                               |              | Экзамен                | Перечень экзаменационных вопросов                   |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка                     | Баллы за ОМ                                | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения |                                                             |                                                                      |
|----------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                            |                                            | знать                                                                               | уметь                                                       | владеть                                                              |
| 2<br>(неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов         | отсутствие знаний или фрагментарные знания                                          | отсутствие умений или частично освоенное умение             | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков              |
| 3<br>(удовлетворительно)   | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания                                               | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков           |
| 4 (хорошо)                 | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания                             | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение    | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично)                | ≥ 90% от максимальной суммы баллов         | сформированные систематические знания                                               | сформированное умение                                       | успешное и систематическое применение навыков                        |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка                     | Формулировка требований к степени компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2<br>(неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>Знать на уровне <b>ориентирования</b> , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3<br>(удовлетворительно)   | Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.                                                                                                                                                                                           |
| 4 (хорошо)                 | Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.                                                                                                                                     |
| 5 (отлично)                | Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.                             |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий



1. К чему приводит локальная компонента фоторефрактивного отклика?
  - 1) К изменению интенсивности сигнальной волны при взаимодействии с опорной на голограмме
  - 2) К усилению слабого сигнального пучка по интенсивности
  - 3) К изменению фазы сигнальной волны при взаимодействии с опорной на голограмме
  - 4) К усилению опорного пучка по интенсивности
2. Что такое динамическая голография?
  - 1) метод регистрации и обработки интерференционных полос электронным устройством
  - 2) голография, в которой рассматриваются преобразования когерентных волн, происходящие в самом процессе их записи
  - 3) голография, в которой процесс записи приводит к возникновению в регистрирующей среде скрытого изображения, не влияющего на записываемые пучки
  - 4) метод регистрации динамических объектов
3. К чему приводит нелокальная компонента фоторефрактивного отклика?
  - 1) К изменению интенсивности сигнальной волны при взаимодействии с опорной на голограмме
  - 2) К изменению фазы опорной волны при взаимодействии с опорной на голограмме
  - 3) К изменению фазы сигнальной волны при взаимодействии с опорной на голограмме
  - 4) К усилению опорного пучка по интенсивности
4. В чем заключается фоторефрактивный эффект?
  - 1) В изменении упругих констант оптической среды под действием света
  - 2) В изменении коэффициента поглощения оптической среды под действием самого света
  - 3) В изменении показателя преломления света оптической среды под действием самого света
  - 4) В изменении фазового сдвига световой волны при прохождении света через оптическую среду
5. Какое взаимодействие называют попутными?
  - 1) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной этими же световыми волнами
  - 2) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной этими же световыми волнами знаки проекции волновых векторов, которых противоположны
  - 3) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной этими же световыми волнами знаки проекции волновых векторов, которых одинаковы
  - 4) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной только плоскими световыми волнами
6. Какое взаимодействие называется встречным?
  - 1) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной этими же световыми волнами знаки проекции волновых векторов, которых одинаковы
  - 2) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной только плоскими световыми волнами
  - 3) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной этими же световыми волнами
  - 4) Взаимодействие двух световых волн на голограмме, сформированной этими же световыми волнами знаки проекции волновых векторов, которых противоположны
7. В чем заключается явление самодифракции пучков?
  - 1) В изменении только амплитуд взаимодействующих на голограмме световых волн
  - 2) В изменении амплитуд и фаз взаимодействующих на голограмме световых волн
  - 3) В изменении только фаз взаимодействующих на голограмме световых волн
  - 4) В изменении интенсивности светового пучка, прошедшего через оптически активную среду
8. Что характеризует экспоненциальный коэффициент двухпучкового усиления ФРК?
  - 1) Характеризует оптический кристалл
  - 2) Характеризует перекачку фазы из опорного пучка в сигнальный
  - 3) Характеризует локальную компоненту фоторефрактивного отклика
  - 4) Характеризует усиление слабого сигнального пучка по интенсивности
9. Когда будет происходить перекачка фазы из одной волны в другую?

- 1) Когда голограмма синфазна или противофазна с интерференционной картинной
  - 2) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна четверти периода голограммы
  - 3) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна  $\pm\pi/2$
  - 4) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна периоду голограммы
10. При каком условии происходит перекачка энергии из одной волны в другую?
- 1) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна периоду голограммы
  - 2) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна 0 или  $\pi$
  - 3) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна четверти периода голограммы
  - 4) Когда величина сдвига голограммы относительно интерференционной картины равна  $\pm\pi/2$

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Какие типы голограмм Вы знаете, и чем они отличаются друг от друга?
2. Нарисуйте энергетическую диаграмму фоторефрактивного кристалла для одноуровневой модели зонного перераспределения заряда.
3. Как реализуется схема Денисюка?
4. Каковы основные свойства объемных голограмм?
5. В чем заключается фоторефрактивный эффект?
6. Для какой цели к кристаллу прикладывается внешнее постоянное электрическое поле?
7. От чего зависит скорость формирования голограммы в фоторефрактивном кристалле (ФРК)?
8. Дайте определение дифракционной эффективности голограммы.
9. Что такое интерференционная картина? Что ограничивает ее размеры?
10. Что такое «селективность голограммы»?

### 9.1.3. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Световые волны. Процесс записи и считывания голограммы.
2. Лазер и основные характеристики лазерного излучения.
3. Вспомогательные оптические элементы голографической установки.
4. Дифракционная эффективность объемной фазовой голограммы.
5. Особенности распространения световых волн в кристаллах.
6. Перераспределение зарядов в кристалле.
7. Диффузионный механизм и дрейфовый механизм записи во внешнем постоянном поле.
8. Голографическая запись при синусоидальном и знакопеременном поле, приложенном к кристаллу.
9. Энергообмен и усиление при взаимодействии волн в кристалле.

### 9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование эффекта фазовой демодуляции в адаптивном голографическом интерферометре
2. Исследование динамики двухпучкового взаимодействия на динамических отражательных голограммах в кристаллах силленитов

### 9.1.5. Темы практических заданий

1. Основы фоторефрактивного эффекта. Зонная модель фоторефрактивного кристалла
2. Уравнение для поля пространственного заряда в приближении малого контраста интерференционной картины
3. Диффузионный и дрейфовый механизм записи во внешнем постоянном поле.
4. Фотовольтаический механизм записи.
5. Амплитуда голограммы при стационарных механизмах записи

6. Бегущая интерференционная картина или переменное электрическое поле, приложенное к кристаллу.
7. Амплитуда голограммы при нестационарных механизмах записи.
8. Голографическая запись при синусоидальном и знакопеременном поле, приложенном к кристаллу.
9. Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах.
10. Уравнения связанных волн.
11. Самодифракция световых волн на фоторефрактивной решетке при чисто нелокальном отклике.
12. Приближение неистощаемой накачки.

## **9.2. Методические рекомендации**

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

- если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

- осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

## **9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов                                       | Формы контроля и оценки результатов обучения    |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| С нарушениями слуха   | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка             |
| С нарушениями зрения  | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам                          | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |

|                                               |                                                                                                       |                                                                                                        |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата   | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами                                                                |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы         | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

#### **9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП  
протокол № 87 от «20» 11 2020 г.

### СОГЛАСОВАНО:

| Должность                         | Инициалы, фамилия | Подпись                                                  |
|-----------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------|
| Заведующий выпускающей каф. ЭП    | С.М. Шандаров     | Согласовано,<br>ab3ff0e2-dc9a-420c-<br>9fb4-5f882facc349 |
| Заведующий обеспечивающей каф. ЭП | С.М. Шандаров     | Согласовано,<br>ab3ff0e2-dc9a-420c-<br>9fb4-5f882facc349 |
| Начальник учебного управления     | Е.В. Саврук       | Согласовано,<br>fa63922b-1fce-4aba-<br>845d-9ce7670b004c |

### ЭКСПЕРТЫ:

|                    |              |                                                          |
|--------------------|--------------|----------------------------------------------------------|
| Доцент, каф. ЭП    | А.И. Аксенов | Согласовано,<br>d90d5f87-f1a9-4440-<br>b971-ce4f7e994961 |
| Профессор, каф. ЭП | Л.Н. Орликов | Согласовано,<br>8afa57b7-3fcf-44bc-<br>922a-3c3f168876e6 |

### РАЗРАБОТАНО:

|                 |             |                                                          |
|-----------------|-------------|----------------------------------------------------------|
| Доцент, каф. ЭП | С.С. Шмаков | Разработано,<br>88e475f2-a75f-42f8-<br>9429-534b8c83ef1e |
|-----------------|-------------|----------------------------------------------------------|